VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

Цена 75 к.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА

ВЫШЛИ В СВЕТ:

Вып. 1. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. Было ли начало мира

Вып. 2. Проф. Б. А. ВОРОНЦОВ-ВЕЛЬЯМИНОВ. Происхождение небесных тел

Вып. 3. Проф. Р. В. КУНИЦКИЙ. День и ночь. Времена года

Вып. 4. Г. А. АРИСТОВ. Солнце

Вып. 5. Е. Л. КРИНОВ. Небесные камни

Вып. 6. Проф. В. И. ГРОМОВ. Из прошлого Земли

Вып. 7. Проф. Г. А. МАКСИМОВИЧ и Н. А. МАКСИМОВИЧ. Свидетели прошлого.

Научно-просветительная библиотека

БИБЛИОТЕКА
№ 75
Карпушина В.Д.

С.К. Всехсвятский

КАК ПОЗНАВАЛАСЬ ВСЕЛЕННАЯ

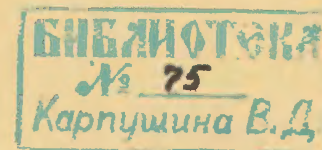


НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНАЯ БИБЛИОТЕКА
ВЫПУСК 8

Проф. С. К. ВСЕХСВЯТСКИЙ

КАК ПОЗНАВАЛАСЬ ВСЕЛЕННАЯ

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ПЕРЕРАБОТАННОЕ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ТЕХНИКО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1955

16-2-1

Всехсвятский Сергей Константинович. Как познавалась вселенная.
Редактор *В. А. Мезенцев.*
Техн. редактор *Н. А. Тумаркина.* Корректор *О. А. Сигал.*

Сдано в набор 1/X 1955 г. Подписано к печати 16/XI 1955 г.
Бумага 84 × 108 1/32. Физ. печ. л. 1,5. Условн. печ. л. 2,46. Уч.-изд. л. 2,44.
Тираж 100 000 экз. Т 08431. Цена книги 75 коп. Заказ № 843.

Государственное издательство технико-теоретической литературы
Москва В-71. Б. Калужская, 15.

3-я типография «Красный пролетарий» Главполиграфпрома
Министерства культуры СССР. Москва, Краснопролетарская, 16.



БИБЛИОТЕКА
№ 75
Карпушина В.Д.

ВВЕДЕНИЕ

Что представляет собой окружающий нас мир? Как он устроен? Что такое небо, звёзды? Над этими вопросами с незапамятных времён задумывались люди.

Наивными, совершенно неправильными были первые представления о Земле и небе. Люди думали, что наша Земля — это самое большое тело во вселенной, что она плоская и что где-то находится «край света». Небо считали твёрдым куполом, покрывающим Землю подобно огромному колпаку, и т. д.

Постепенно накапливающиеся знания о мире разрушили эти представления. Возникла наука о небесных телах, о вселенной — астрономия, одна из самых древних наук.

Вся история астрономии — это история непрерывной и непримиримой борьбы материалистических и идеалистических, религиозных взглядов на мир.

В этой небольшой книжке мы расскажем о том, как люди на протяжении многих веков познавали вселенную и что мы знаем о вселенной в настоящее время.

1. КАК ПОЗНАВАЛАСЬ ВСЕЛЕННАЯ

ПЕРВЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О МИРЕ

Сотни тысяч лет прошли с тех пор, как на Земле появились первые люди. В земных слоях, которые образовались 150 000 лет назад, найдены каменные орудия, обработанные рукой первобытного человека.

Суровой была жизнь древних людей. Молния и гром, землетрясения и извержения вулканов — все эти грозные

явления природы внушали суеверный страх первобытному человеку.

Не умея правильно объяснить явления природы, человек уже тогда, на заре своей истории, начал поклоняться Солнцу как божеству, которое даёт ему тепло, свет и пищу. Люди, жившие примерно за 50 000 лет до нашей эры, хоронили покойников головой к западу, лицом к восходящему Солнцу.

Люди видели, что Солнце поднимается из-за горизонта, достигает высшего положения и затем опускается, скрываясь за горизонтом в противоположной части неба. После захода Солнца небо постепенно темнеет и на нём появляются звёзды. В сочетании звёзд воображению древнего человека представлялись очертания фантастических существ.

По тёмному небосводу тянется светящийся туманный пояс — Млечный Путь. В одних местах он шире и ярче, в других у́же и бледнее. Положение Млечного Пути среди звёзд неизменно. Кажется, будто не изменяют своего положения по отношению друг к другу и звёзды. Но если следить за положением звёзд относительно земных предметов, то уже через короткое время можно заметить перемещение звёздного неба. Небосвод как бы медленно вращается.

С особым вниманием древние люди наблюдали за Луной. Они замечали, что после непродолжительного периода безлунных ночей на небе появляется Луна. Она появляется в виде узкого светящегося серпа и быстро заходит. Серп с каждым днём всё увеличивается; с каждым днём Луна заходит позже. Через определённое время Луна становится круглой; наступает полнолуние, во время которого Луна видна всю ночь. После полнолуния Луна постепенно превращается в серп и в скором времени совсем скрывается. Наступает снова период безлунных ночей.

Невольно человек задумывался: почему всё это происходит? Что представляют собой Солнце, Луна, звёзды? Что такое сама Земля? И люди пытались объяснить небесные явления, которые они наблюдали.

Солнце и другие небесные светила, по представлениям древних народов, перемещались по небу, причём после заката они оплывали Землю кругом и с восходом продолжали двигаться по своим небесным путям.

Наивными и неправильными были первые представления людей и о форме нашей Земли.

Древние египтяне считали Землю плоской, ограниченной со всех сторон горами, на которые якобы опирается твёрдый небесный свод. Вавилоняне представляли Землю выпуклой, окружённой со всех сторон водой. Твёрдый небесный свод с прикреплёнными к нему звёздами отделял воду, находившуюся над ним, от воды, окружающей Землю.

Смотря на ночное небо, люди давно обратили внимание на несколько ярких звездообразных светил. Они

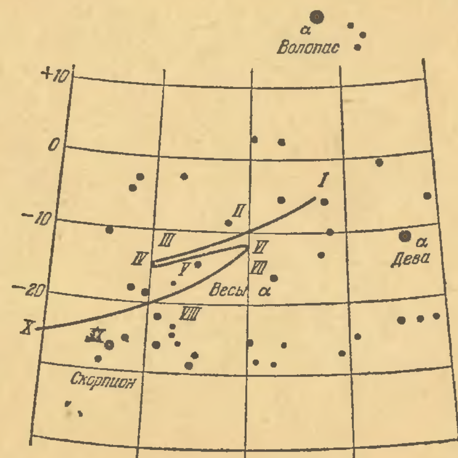


Рис. 1. Путь Марса среди звёзд в 1952 году. Римскими цифрами отмечены положения Марса в различные месяцы.

отличаются от обычных звёзд тем, что не занимают неизменного положения среди них, а передвигаются по небосводу из созвездия в созвездие. Передвигаясь на фоне звёзд, светила описывают на небе петли (рис. 1). Иногда они скрываются в лучах Солнца, а затем вновь появляются. Древние греки назвали эти звёзды «блуждающими светилами» или планетами (от греческого слова «планао» — блуждаю). Таких планет было известно пять.

Народы древности давали планетам различные названия. Однако утвердились за ними имена греко-римских богов: Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн.

Две планеты — Меркурий и Венеру — можно видеть только утром или вечером недалеко от Солнца. Поэтому сияющая голубоватая Венера была названа «вечерней» или «утренней» звездой. Близость Меркурия к Солнцу особенно затрудняет наблюдения за ним: он быстро скрывается в солнечных лучах. Три другие планеты — красноватый Марс, желтоватые Юпитер и Сатурн — можно видеть и ночью вдалеке от Солнца.

Перемещения планет по небу объяснить в то время не могли.

Древние люди считали, что всякое необычное небесное явление предвещает несчастье на земле: войны, наводнения, смерть правителей. Такие представления породили лженауку — астрологию, которая занималась «предсказаниями» будущего людей по положению на небе планет.

Большой страх у людей вызывали «необыкновенные» небесные явления — солнечные и лунные затмения, появление комет, «падающие звёзды» — метеоры.

Например, в ясный погожий день солнечный свет вдруг начинает постепенно ослабевать. Солнце всё более и более закрывается каким-то чёрным кругом, пока не покроется им совсем. Наступает темнота, и на небе появляются звёзды. Вокруг затмившегося Солнца пламенеет лучистое сияние. Через некоторое время край Солнца показывается вновь, чёрный круг постепенно сползает, и Солнце сияет попрежнему.

Наблюдения небесных светил усилились, когда человек перешёл к занятию скотоводством и земледелием. Люди заметили, что некоторые небесные явления через определённый срок повторяются. С этими явлениями стали связывать начало проведения сельскохозяйственных работ. Начались постоянные наблюдения движений небесных тел. В Китае, например, такие наблюдения велись ещё за полторы тысячи лет до нашей эры. Занимались наблюдениями небесных явлений обычно служители храмов — жрецы, так как небо считалось жилищем богов.

В каждом египетском и вавилонском храме с помощью астрономических инструментов велись наблюдения небесных светил. Известно, например, что в храме египетского бога Солнца Ра в специальных таблицах жрецы регулярно отмечали движение Солнца и планет. Жрецы научились составлять календари, определять начало времён года, предсказывать время солнечных и лунных затмений.

Боясь потерять власть над людьми и поколебать веру в религию, жрецы хранили астрономические знания втайне, поддерживая суеверия в народе. Они говорили, что небесные светила — это могучие божества, которые сотворили мир и имеют власть над человеком.

Постоянные наблюдения неба, составление первых астрономических таблиц, стремление объяснить небесные явления были первыми шагами человека на пути к познанию вселенной.

КАК ОБЪЯСНЯЛИ СТРОЕНИЕ ВСЕЛЕННОЙ ДРЕВНИЕ ГРЕКИ

Население древнего Китая, Египта и Вавилонии занималось в основном земледелием, поэтому наблюдения небесных тел проводились главным образом для того, чтобы установить начало времён года, разлива рек, сева, сбора урожая. Правильный, близкий к нашему календарь, т. е. правила летосчисления и определения времён года, был введён впервые в Китае в результате тщательных наблюдений небесных явлений.

Во время больших караванных и морских переходов люди по звёздам научились определять направление в пути. Особенно широко такие определения проводились в древней Греции, расположенной на Балканском полуострове. Природные условия этой приморской страны — множество островов и заливов, плохие сухопутные дороги — сделали её жителей хорошими мореплавателями. Для торговли с Египтом, а также для захвата богатых колоний греки совершали путешествия по Средиземному, Мраморному, Эгейскому и Чёрному морям. Далёкие морские путешествия требовали от мореплавателей умения точно определять своё положение на море по звёздам и Солнцу. Поэтому астрономические знания перестали быть достоянием одних только жрецов.

Греческие мыслители впервые высказали правильные догадки о бесконечности вселенной, о движении Земли, о том, что во вселенной много миров, подобных Земле, и др.

Древнегреческий философ Аристарх Самосский (IV—III век до н. э.) за 18 столетий до Коперника высказал

мысль о том, что Земля движется вокруг Солнца и вокруг своей оси. Он утверждал также, что расстояние звёзд от Земли намного больше диаметра того круга, по которому Земля обращается вокруг Солнца.

Высказывания Аристарха настолько поразили современников, что их считали нелепостью. Аристарх был осмеян, обвинён в безбожии и изгнан из родной страны.

Знаменитый философ древней Греции Демокрит (460—370 гг. до н. э.) правильно считал, что звёзды — это далёкие солнца, а Млечный Путь — скопление великого множества звёзд.

Древнегреческие учёные высказали важнейшую для развития астрономии мысль о том, что Земля — шар, свободно висящий в пространстве.

Греческий учёный Аристотель (384—322 гг. до н. э.) приводил убедительные доказательства шарообразности Земли. Одним из таких доказательств был тот общеизвестный факт, что уходящий в море корабль по мере удаления от берега как бы опускается под горизонт: сначала скрывается корпус корабля, а затем его мачты.

Доказательство шарообразности Земли греческие астрономы видели и в лунных затмениях. Они, как и астрономы древнего Китая и Вавилонии, считали, что лунные затмения происходят тогда, когда Луна попадает в тень Земли. Края этой тени всегда имеют круглые очертания. Но такую тень может дать лишь шар; значит, Земля — шарообразное тело.

Считая, что Земля — шар, греческий учёный Эратосфен (276—196 гг. до н. э.) определил длину её окружности и поперечника. Как он это сделал? Зная, что во всех точках на одном меридиане полдень наступает в одно и то же время, Эратосфен выбрал два города — Александрию, где он жил, и Сиену, расположенную приблизительно на одном меридиане с Александрией. В Сиене 22 июня, в день летнего солнцестояния, Солнце в полдень стоит прямо над головой — в зените. В Александрии же в это время оно отстоит от зенита на некоторый угол. С помощью изобретённого им прибора Эратосфен измерил этот угол. Он оказался равным $7^1/_5$ градуса, т. е. $^1/_{50}$ доли окружности (в окружности 360 градусов). Таким образом, расстояние между Сиеной и Александрией составляло $^1/_{50}$ часть всего земного меридиана. Зная расстояние между Сиеной и Александрией и умножив его на 50, Эратосфен вычислил длину всей окружности земного шара. Он получил результаты, очень близкие к истинным.

Однако наряду с этими правильными выводами широкое распространение в древней Греции получила неправильная геоцентрическая система мироздания (гео — по-гречески Земля). Земля считалась неподвижной и находящейся в центре мира. Вокруг неё по сферам, шарам или кругам обращаются с равномерной скоростью все небесные светила.

Греческие учёные считали «совершенным» всякое равномерное круговое движение. Так как всё небесное для них было «совершенно», то они и полагали, что небесные светила движутся равномерно по кругу. Однако наблюдения показывали, что Солнце и Луна движутся неравномерно, а планеты даже описывают сложные петли. Для объяснения сложных видимых путей небесных светил математик Евдокс Книдский (около 408—355 гг. до н. э.) считал, что Солнце прикреплено к равномерно вращающейся сфере. В свою очередь эта сфера скреплена со второй, вращающейся также равномерно, но с некоторой другой скоростью; вторая сфера связана с третьей. Солнце, по схеме Евдокса, совершало три равномерных круговых движения. Чтобы объяснить движения планет, Евдокс ввёл по 4 связанные друг с другом сферы, и т. д. Модель мира Евдокса содержала 26 сфер, не считая сферы «неподвижных» звёзд.

Развивая взгляды Евдокса, Аристотель учил, что Земля окружена рядом сфер, вставленных одна в другую. Чтобы добиться полного соответствия между моделью мира Евдокса и видимыми движениями светил, Аристотель увеличил количество сфер до 56. Неподвижные звёзды имели одну сферу, а Солнце, Луна и планеты — системы сфер. За сферой «неподвижных» звёзд Аристотель поместил «перводвигатель», который якобы приводил в движение все сферы.

Сферы состояли, по мысли Аристотеля, из прозрачного твёрдого вещества.

Этот философ считал, что небесное вечно и совершенно, земное же тленно и несовершенно.

В дальнейшем геоцентрическая система Евдокса — Аристотеля совершенствовалась другими учёными древней Греции. Сферы были заменены кругами. Наиболее полно эта система была разработана астрономом

Птоломеем, жившим во II веке н. э. Птоломей построил новые очень сложные схемы движения планет и составил таблицы, по которым можно было определить положение планет на небе для любого момента времени.

Геоцентрическая система мира была неправильной в самой своей основе, но она позволяла вычислять положения Солнца, Луны и планет, что было необходимо для мореплавания. Она не противоречила религиозным учениям. Поэтому в дальнейшем эта система получила не только широкое распространение во многих странах, но и нашла ревностного защитника — христианскую религию.

ЧТО ДУМАЛИ О НЕБЕ В ПЕРВЫЕ ВЕКА НАШЕЙ ЭРЫ

Христианская религия возникла в Европе в начале I века нашей эры. К этому времени рабовладельческая Римская империя, покорившая Грецию, Египет и многие другие страны, переживала глубокий упадок. Опустошения, вызванные беспрерывными войнами, обнищание трудовых масс, многочисленные восстания рабов, наконец, их незаинтересованность работать на эксплуататоров, привели хозяйство страны к полной разрухе.

Сельское хозяйство, ремёсла, торговля находились в глубоком упадке. Положение трудовых масс было крайне тяжёлым. Вот почему христианская религия, обещавшая приход освободителя народа от страданий и нужды, нашла широкое распространение среди угнетённых.

Эксплуататорские классы Римской империи, опасаясь объединения рабов, сначала повели борьбу с христианством. Однако очень скоро они объявили христианство господствующей религией. Ведь христианство призывало к терпению и покорности перед нуждой и страданиями, обещая радость и счастье лишь после смерти.

Служители христианской церкви повели жестокую борьбу с языческими религиями древнего мира. В этой борьбе уничтожались все достижения древнегреческой культуры и науки.

Христианские фанатики уничтожали храмы и статуи — замечательные произведения архитекторов и скульпторов древней Греции. Они сожгли часть знаменитой библиотеки в Александрии, где было собрано около миллиона рукописей древнегреческих учёных. Половина рукописей погибла в огне.

«После Христа мы не нуждаемся в науке»,— проповедовали «отцы» христианской церкви. Земная жизнь человека, говорили они, это лишь переход к жизни загробной, к вечному блаженству для праведников и страшным мукам для грешников Земное существование должно быть посвящено посту и молитве.

Учение о строении мира перестало развиваться. Получили широкое признание вавилонские и египетские легенды о сотворении мира, которые вошли в «священную» книгу иудеев и христиан — библию.

Признавались лишь те сочинения, которые полностью соответствовали «священному» писанию. Таким лженаучным произведением была книга монаха Козьмы Индикоплевста «Христианская топография вселенной, основанная на свидетельствованиях священного писания, в коем не дозволяется христианам сомневаться». В этой книге, написанной в 535 году, говорилось: «Все светила созданы для того, чтобы управлять днями и ночами, месяцами и годами, а движутся они не вследствие движения неба, а под влиянием божественных сил и светоносца. Бог сотворил ангелов, дабы они ему служили: одним повелел двигать воздух, другим — Солнце, третьим — Луну, четвёртым — звёзды; некоторым повелел скоплять облака и производить дождь».

Вселенная, по описанию Козьмы Индикоплевста, представляет собой нечто вроде огромного продолговатого ящика: дно ящика — Земля, а крышка — небо. Неподвижное небо состоит из тверди, по нему ангелы двигают небесные светила — Солнце, Луну и планеты. Выше неба расположено «царство небесное» — божье жилище. Небесные светила обращаются вокруг большой горы, то скрываясь за неё, то вновь появляясь.

Сочинение Козьмы Индикоплевста вполне соответствовало «священному» писанию. Оно защищало идею божественного происхождения мира. Поэтому «отцы» церкви пользовались этой книгой на протяжении ряда столетий для борьбы со взглядами, противоречащими религии.

Христианство, широко распространившееся в Европе, надолго затормозило развитие науки о строении и развитии вселенной, на многие века закрепило неверное, религиозное представление о мире.

АСТРОНОМИЯ У АРАБОВ И В СРЕДНЕЙ АЗИИ

В VII веке бо́льшую часть побережья Средиземного моря завоевали арабы, принесшие в покорённые области свою, магометанскую религию. В 691 году была захвачена Александрия. Вождь арабов Омар приказал сжечь все рукописи Александрийской библиотеки. При этом, по преданию, он воскликнул: «Если в этих книгах содержится то же, что написано в коране [1]), то они излишни; если же они противоречат корану, то они вредны. Поэтому в обоих случаях их следует сжечь».

Многие народы, покорённые арабами, были носителями более высокой культуры, чем их завоеватели. Эта культура оказала влияние на арабов. Они сравнительно быстро начали усваивать достижения древней науки. Особенно сильно интересовали арабских учёных труды древнегреческих астрономов.

Далёкие военные походы, торговля, связанная с переходами через огромные пространства на суше и море, требовали умения хорошо ориентироваться по небесным светилам. Это в сильной степени содействовало развитию астрономии, которая стала у арабов одной из наиболее распространённых наук.

Столица арабов Багдад превратилась в центр научной деятельности. Здесь работали многие учёные из покорённых стран; свои сочинения им приходилось писать по-арабски.

В VIII—IX веках были переведены на арабский язык труды Архимеда, Аристотеля, Птоломея и других учёных древней Греции. В конце IX века был переведён большой труд Птоломея, состоящий из 13 томов, в котором излагались все важнейшие достижения древнегреческих астрономов. Это сочинение вошло в историю под арабским названием «Альмагест».

Во многих городах были построены астрономические обсерватории для наблюдения небесных светил. Арабские астрономы уточнили данные греческих учёных о движении Солнца, Луны и планет, более точно определили размеры земного шара и т. д.

Однако расцвет арабской науки продолжался недолго. В XI веке у арабов распространилось учение «суффизм»,

[1]) Коран — священная книга магометан.

совершенно отрицавшее науку. Развитие астрономии приостановилось. Начались гонения против философов и учёных, научные книги сжигались. Это привело к тому, что арабская наука не получила в дальнейшем самостоятельного значения. Но через неё европейские народы сумели ознакомиться с достижениями древних учёных.

В X—XV веках астрономия получает широкое распространение в странах Средней Азии. Здесь протекала деятельность великих учёных таджикского и узбекского народов — Бируни Абу-Райхана (972—1048 гг.) и Улугбека (1394—1449 гг.). В Азербайджане работал учёный Насир-Эддин (1201—1274 гг.).

Бируни был одним из крупнейших учёных средневековья. Он занимался астрономией, математикой, географией, минералогией, историей, философией. Но любимой его наукой была астрономия. Разработанный Бируни метод определения размеров Земли, оригинальные методы определения географических долгот и широт явились крупным вкладом в развитие астрономии и географии средневекового Востока. Учёный высказал много интересных мыслей о движении Земли вокруг Солнца, об окраске земной тени, наблюдающейся при лунном затмении, о рассвете и сумерках и др.

Бируни создал ряд новых астрономических инструментов и наглядных пособий. Его трудами в течение нескольких столетий пользовались на Востоке как основным учебником по астрономии и географии.

Бируни вёл непримиримую борьбу с суевериями. Религиозным объяснениям явлений природы учёный противопоставил метод научного изучения.

Не менее замечательным астрономом был азербайджанский учёный Насир-Эддин. В окрестностях города Мараге он построил обширную обсерваторию с инструментами большой точности. Учёный проделал огромную работу: вместе со своими учениками он перевёл на азербайджанский язык все основные астрономические и математические труды древнегреческих учёных. На основе наблюдений небесных тел он составил новые планетные таблицы, получившие название «Ильханских». Этими таблицами пользовались учёные-астрономы Востока в течение долгого времени.

Имя выдающегося узбекского астронома Улугбека по праву вошло в историю мировой науки. Он составил

более точные звёздные таблицы, в которых определил положение 1018 неподвижных звёзд. Наблюдения Улугбека отличались такой точностью, что позднее у некоторых учёных возникло сомнение в подлинности таблиц и в самом существовании Улугбека. Но археологи обнаружили близ Самарканда остатки грандиозной астрономической обсерватории. Было доказано существование в Самарканде в первой половине XV века знаменитой обсерватории Улугбека.

Во всём мире не было астрономических приборов, которые по своим размерам могли бы соперничать с грандиозными инструментами обсерватории Улугбека.

Работы арабских и среднеазиатских астрономов подготовили дальнейшие успехи в познании вселенной.

АСТРОНОМИЯ В ЕВРОПЕ В СРЕДНИЕ ВЕКА

Шли годы, и жизнь предъявляла новые, всё более широкие требования к изучению вселенной. Человека уже не могла удовлетворить та картина строения мира, какой учила религия. Росла мировая торговля, связанная с огромными сухопутными и морскими переходами. Однако в европейских странах в течение IX—X веков царил полнейший застой мысли. Лишь немногие монахи, наиболее образованные люди того времени, были знакомы с трудами арабских, а через них и древнегреческих учёных.

Более полное представление о трудах Аристотеля и Птоломея Западная Европа получила в XI веке. Этому способствовали так называемые крестовые походы западноевропейских рыцарей, устремившихся на Восток грабить богатые арабские города под предлогом освобождения «гроба господня», который находился якобы в Палестине. Большое влияние на европейские народы оказывала также культура арабских государств Пиренейского полуострова.

В XII и XIII веках в Европе появляются переведённые на латинский язык астрономические труды крупнейших греческих учёных. Боясь, что идеи, высказанные древними греками о строении и развитии мира, ослабят веру, церковь, особенно католическая, продолжала ожесточённо бороться против древнегреческой науки. Тех, кто рисковал изучать книги греческих учёных, обвиняли в ереси и изгоняли. Между тем в Европе назревали важнейшие события. В недрах феодального общества зарождался капитализм, который требовал новых рынков и новых источников обогащения. Между городом и деревней происходило постепенное разделение труда, усиливался торговый обмен как внутри государства, так и между различными государствами средневековья.

На первое место среди стран Европы выдвигается Италия. Выгодное географическое положение итальянских государств, большой торговый флот позволяли им торговать с арабскими государствами. Быстро выросли и разбогатели торговые города Италии — Венеция, Генуя, Флоренция и другие. Итальянские купцы проникали в далёкие восточные страны и завязывали там торговые отношения. Поэтому усиливается интерес к астрономии: производятся наблюдения небесных светил, создаются астрономические инструменты, морские карты. Через арабов итальянские путешественники знакомятся и с мировоззрением древних греков.

Далёкие морские путешествия, наблюдения звёздного неба в различных широтах убеждали итальянцев в справедливости учения греков о шарообразности Земли. Интерес к трудам греческих учёных всё возрастал.

В этих условиях христианская церковь не могла больше бороться с греческим мировоззрением по-старому.

Выход был найден: «отцы» церкви умело приспособили учение Аристотеля к «священному» писанию, выхолостив из него всё живое и ценное. Особенно рьяно над «обработкой» учения Аристотеля «поработал» один из деятелей католической церкви монах Фома Аквинский.

В XIII и XIV веках в науке возникло целое течение, которое пыталось примирить знание с христианской верой. Впоследствии это течение получило название схоластики (по-гречески «схола» — школа). Схоласты, изучая труды древнегреческих мыслителей, старались примирить их учения с христианской религией. Картина мира Аристотеля в «обработке» схоластов выглядела так: Земля — шар и находится в центре вселенной, внутри ее — ад для грешников. Вокруг Земли обращаются сферы, приводимые в движение ангелами. К этим сферам-небесам прикреплены светила. За сферой планет расположена сфера неподвижных звёзд — небесная твердь, за которой в свою очередь расположен «перводвигатель». Ещё дальше

находится «жилище блаженных душ» — эмпирей. Это «царство небесное» — жилище бога и его служителей.

По настоянию церкви и схоластов наблюдения природы заменялись штудированием сочинений Аристотеля. Характерен такой случай: один монах, увидев в телескоп солнечные пятна, решил показать их своему духовному начальнику. Однако тот отказался смотреть, заявив: «Напрасно,



Рис. 2. Так представляли строение вселенной в средние века.

сын мой; я читал сочинения Аристотеля с начала до конца много раз и могу заверить, что я нигде не нашёл у него ничего подобного. Иди и успокойся. Будь уверен, что то, что ты принимаешь за пятна на Солнце, есть лишь недостаток твоих стёкол, либо твоих глаз».

Так, в отрыве от жизни, от природы шло изучение окружающего мира в средние века. Однако жизнь предъявляла к астрономии свои требования. Необходимость упорядочения календаря, мореплавание на большие расстояния требовали пересмотра арабских таблиц движений небесных светил, их уточнения.

Таблицы уточнялись на основе новейших астрономических наблюдений. Широкое распространение получили «Альфонсовы таблицы» движения небесных светил, составленные в 1252 году по приказу кастильского короля Альфонса, и особенно таблицы астрономов Региомонтана и Пурбаха. Эти таблицы дали мореплавателям возможность хорошо ориентироваться в открытом море, что привело в XV веке к великим географическим открытиям Васко да Гама, Колумба, Магеллана.

Достижения науки в XII—XIV веках и особенно практические знания, приобретённые в этот период, подготовили бурное развитие науки в XV—XVI веках, связанное с зарождением капитализма.

Безудержная погоня за прибылью привела к быстрому развитию мореплавания. Оно было немыслимо без новых методов изучения движений небесных светил. Старые, обветшалые теории о строении вселенной, за которые всё ещё крепко держалась христианская религия, не могли удовлетворять далее практические потребности нового общества.

Назревал мощный переворот в мировоззрении. Этот переворот подготовлялся самой жизнью.

Развивающийся новый способ общественного производства, связанный с появлением буржуазии, открывал широкие возможности для развития астрономии. Энгельс, характеризуя положение науки в этот период, пишет: «...вместе с расцветом буржуазии шаг за шагом шёл вслед гигантский рост науки. Возобновился интерес к астрономии, механике, физике, анатомии, физиологии. Буржуазии для развития её промышленности нужна была наука, которая исследовала бы свойства физических тел и формы проявления сил природы. До того же времени наука была смиренной служанкой церкви, и ей не было позволено выходить за пределы, установленные верой: короче — она была чем угодно, только не наукой. Теперь наука восстала против церкви; буржуазия нуждалась в науке и приняла участие в этом восстании».

Изобретение книгопечатания сделало доступным знакомство с трудами учёных. Всё более расширялся круг людей, занимающихся науками, в частности астрономией.

Астрономические таблицы, которыми пользовались для определения положения на море, устарели. Пользоваться

ими без поправок было нельзя. Объяснять движения небесных светил с помощью системы Птоломея стало очень сложно. Возникла настоятельная потребность пересмотреть эту систему.

СОЗДАНИЕ НОВОЙ, НАУЧНОЙ СИСТЕМЫ МИРА

Результаты всё более точных наблюдений над движениями небесных светил, трудность вычислений их положения на небе вызывали сомнение у многих учёных в правильности системы мира Птоломея. Так великий итальянский учёный Леонардо да Винчи (1452—1519 гг.) опровергал существование аристотелевых сфер. Он утверждал, что Земля не находится в центре мира и имеет вращательное движение.



Великий польский астроном Николай Коперник.

Смелостью взглядов отличался замечательный учёный позднего средневековья Николай Кузанский. Он учил, что Земля движется, что вселенная не может иметь центр, так как она бесконечна.

Однако до появления книги Коперника, в которой он изложил новую систему мира, не было сделано ни одной сколько-нибудь решительной попытки научно опровергнуть систему мира Птоломея.

Великий польский учёный Коперник был сыном эпохи Возрождения, той эпохи, которая, по словам Энгельса, «...сломила духовную диктатуру папы, воскресила греческую древность и вместе с ней вызвала к жизни высочайшее развитие искусства в новое время, которая разбила границы старого мира и впервые, собственно говоря, открыла землю».

Н. Коперник родился в 1473 году в польском городе Торуне. Он получил прекрасное по тому времени всестороннее образование. Коперник изучил труды древнегреческих учёных и сверил астрономические наблюдения и вычисления за много веков. Это привело его к таким выводам:

видимое суточное вращение небесного свода, а также смена дня и ночи происходят в результате вращения Земли вокруг своей оси;

видимое годичное перемещение Солнца относительно звёзд есть следствие обращения Земли вокруг Солнца;

все планеты, в том числе и Земля, обращаются по круговым орбитам вокруг Солнца; наблюдаемые с Земли петлеобразные движения планет есть следствие движений Земли и планет вокруг Солнца.

Правильное объяснение петлеобразных движений планет дало возможность учёному значительно упростить предвычисление их положений. Однако Коперник не сумел отказаться от неверного представления древних учёных, будто все небесные тела движутся только по наиболее «совершенным» кривым, т. е. кругам.

В доказательство своих научных выводов Коперник приводил не «священное» писание, не религиозные выдумки, а непосредственные наблюдения небесных явлений. Великий учёный заявлял: «Для того чтобы не подумали, что я предлагаю одни лишь утверждения, пусть сравнят моё объяснение с фактами: тогда убедятся, что оно хорошо согласуется с ними».

Гениальный учёный тщательно разработал различные стороны нового учения. И даже тогда, когда в 1530 году была полностью закончена рукопись его великого творения, он еще десять лет ничего не предпринимал для её распространения. Наконец, в 1540 году ученики Коперника опубликовали краткое изложение его теории.

Новое учение Коперника вызвало у «отцов» церкви на первых порах насмешки и глумление. Церковный реформатор Лютер — основоположник лютеранской церкви — выступил против учения Коперника: «Говорят о каком-то новом астрологе, который доказывает, будто Земля движется, а небо и Солнце неподвижны. Ну да теперь всякий, кому хочется прослыть умником, старается выдумать что-нибудь особенное. Вот и этот дурак намерен перевернуть вверх дном всю астрономию».

Подобные насмешки не смутили учёного. По настоянию друзей Коперник решил напечатать свою работу,

и в 1543 году она вышла в свет под названием «Об обращениях небесных сфер». В это время великий астроном был уже при смерти. Спустя несколько дней после того, как ему был доставлен экземпляр книги, Николай Коперник скончался.

В своём сочинении Коперник доказал, что видимые с Земли движения звёздного неба, Солнца, Луны и планет можно объяснить лишь тем, что сама Земля — такая же планета, как и другие,— одновременно движется вокруг Солнца и вращается вокруг своей оси. Другие планеты также обращаются вокруг Солнца. Земля вместе со своим спутником Луной обращается вокруг Солнца между путями Венеры и Марса.

Противники теории Коперника выставляли множество возражений против мысли о движении Земли. Наиболее серьёзным было такое: если Земля движется, говорили они, то видимое расположение звёзд должно меняться, а этого не видно, значит, и Земля не движется. На эти возражения Коперник отвечал, что такие смещения есть, но звёзды находятся от Земли очень далеко, поэтому их параллактические смещения [1]) не видны.

Система мира Коперника получила название гелиоцентрической (от греческого слова «гелиос» — Солнце). По этой системе центром мира являлось неподвижное Солнце, а не Земля.

Конечно, система мира Коперника далека от современных представлений о вселенной, так как все небесные тела, в том числе и одна из звёзд — Солнце, находятся в непрерывном движении. В дальнейшем исследователи уточнили форму и размеры планетных путей. Было также установлено, что вселенная бесконечна, а не ограничена сферой неподвижных звёзд, как это принимал Коперник. Однако историческая заслуга Коперника как революционера в науке состоит в том, что он не только достаточно правильно представил движение Земли, но и лишил её исключительного, центрального положения во вселенной, как тому учила религия. Его выводы создали предпосылки для дальнейшего развития науки о небе, а также других наук о природе.

---

[1]) Кажущееся смещение звёзд при перемещении наблюдателя называется параллактическим, а угол, под которым видны эти смещения,— параллаксом («параллакс» — по-гречески уклонение).

Книга Коперника «Об обращениях небесных сфер», содержащая основы нового мировоззрения, подрывала устои религии. Однако она не сразу подверглась гонениям церкви, так как была написана сложным математическим языком, понятным лишь специалистам. И только после того, как стал понятен смысл нового учения и оно получило широкое распространение, католическая церковь спохватилась и объявила учение Коперника еретическим. Его книга была запрещена, чтобы, как признавали сами враги учения Коперника, «мнение о движении Земли более не распространялось к великому ущербу католической истины».

Однако ничто уже не могло остановить дальнейшее развитие научного изучения мира. После Коперника знамя борьбы против религиозного мировоззрения высоко подняли Джордано Бруно и Галилео Галилей.

Выдающийся итальянский мыслитель Джордано Бруно (1548—1600 гг.) выступил как пламенный защитник гелиоцентрической системы мира Коперника.

Бруно не только вдохновенно проповедовал новое учение, но и высказывал правильные смелые мысли, которые на столетия опередили современную науку. Он учил, что вселенная бесконечна, что звёзды — такие же огромные светила, как и наше Солнце, которое представляет собой лишь одну из звёзд и не является центром вселенной. Звёзды окружены планетами, населёнными, как и Земля, разумными существами.

Джордано Бруно боролся с церковно-библейским учением о мире, гневно бичевал мракобесие «святых отцов» церкви. Церковники понимали, что взгляды Джордано Бруно являются величайшей угрозой для религии. Бруно был схвачен и передан в руки инквизиции (судебно-политической церковной организации). Восемь лет его держали в тюрьме, жестоко истязали, требуя отречения от «еретических» взглядов. Но учёный мужественно отстаивал правоту своего учения. Не добившись ничего, инквизиторы приговорили учёного к сожжению на костре. Выслушав приговор, Бруно сказал: «Вы испытываете больший страх, произнося мне приговор, чем я, его выслушивая».

17 февраля 1600 года в Риме на Площади Цветов учёный был живым сожжён на костре. Но учение, которому он отдал жизнь, не погибло. Прошло немного лет, и великий Галилео Галилей (1564—1642 гг.) — один из основа-

телей науки о движении — механики — дал человечеству наглядные доказательства справедливости учения Коперника.

Ещё в студенческие годы Галилей проявил исключительные способности к математическим наукам. Он считал, что основой изучения природы является опыт, наблюдение, что не схоластическое толкование сочинений древних философов и священного писания, а непосредственное изучение природы даёт возможность познать её сущность. Проведя многочисленные опыты, учёный открыл законы свободного падения тел, движения тел по наклонной плоскости, закон качания маятника и многие другие.



Великий итальянский учёный Галилео Галилей.

В 1597 году в одном из писем немецкому астроному Кеплеру Галилей объявил себя сторонником теории Коперника.

В 1609 году Галилей построил первый телескоп — астрономическую трубу, увеличивающую в 30 раз. С этого времени он начал наблюдать небесные светила. Наблюдения привели к замечательным открытиям.

Результаты своих наблюдений Галилей обобщил в труде, опубликованном в 1610 году в Венеции. Он назывался «Звёздный вестник, возвещающий о великих и удивительных зрелищах и предлагающий их вниманию философов и астрономов, каковые зрелища наблюдаемы были Галилео Галилеем с помощью недавно изобретённой им зрительной трубы на лике Луны, в бесчисленных неподвижных звёздах, в Млечном Пути, в туманных звёздах, в особенности же при наблюдении четырёх планет, обращающихся вокруг Юпитера в различные промежутки времени с удивительной скоростью, планет, которые до последнего времени никому не были известны и которые автор совсем недавно открыл первый и решил назвать Медицейскими светилами».

Наблюдения Луны показали, что поверхность её покрыта горами. Это опровергало учение Аристотеля о том, что небесные тела отличаются от земных своим «совершенством» и прежде всего своей идеальной шаровой формой. По длине тени Галилей вычислил высоту лунных гор.

Продолжая наблюдения, учёный обнаружил, что Млечный Путь состоит из множества отдельных звёзд, невидимых невооружённым глазом. Это указывало на то, что в природе существует множество таких тел, которые недоступны наблюдению невооружённым глазом, и религиозные представления об ограниченности мира являются надуманными и ложными.

Наблюдая Солнце, Галилей увидел на его поверхности пятна. По движению этих пятен учёный установил, что Солнце вращается вокруг своей оси.

Но самым замечательным из того, что удалось открыть Галилею с помощью зрительной трубы, были четыре спутника Юпитера, которые вращались вокруг него, а также фазы Венеры, т. е. последовательные изменения вида планеты, подобные тем, которые происходят с Луной. Фазы Венеры доказывали, что эта планета, подобно Земле, является холодным тёмным шаром, освещаемым Солнцем, а порядок смены фаз доказывал обращение Венеры вокруг Солнца, а не вокруг Земли.

Таким образом, учение Коперника подтверждалось непосредственными наблюдениями.

Открытия Галилея произвели огромное впечатление на его современников. Повсюду появились многочисленные ученики знаменитого астронома.

Против учёного поднялись тёмные силы инквизиции. На специальном собрании богословов в 1616 году учение Коперника было объявлено несовместимым со «священным» писанием. Вскоре особым декретом были запрещены книги Коперника и его последователей. Защитники учения Коперника объявлялись еретиками и им грозили мрачные застенки инквизиции.

Однако Галилей не прекратил борьбы с церковью. В 1632 году вышла его книга «Диалог о двух главнейших системах мира — птоломеевой и коперниковой». В ней учёный защищал взгляды Коперника.

Книга была запрещена, а её автора папа Урбан VIII приказал немедленно арестовать. Больного учёного на носилках доставили на суд в Рим и заставили отречься от учения Коперника.

Но великий учёный не изменил своего отношения к теории, которую он сам подтвердил многочисленными доказательствами. Своим противникам Галилей говорил: «Это вы порождаете ереси, когда без основания требуете, чтобы учёные отрекались от своих чувств и неопровержимых доказательств».

В последние годы жизни под неусыпным наблюдением инквизиции слепой и обессиленный учёный продолжал свои замечательные исследования по физике.

Так, ни застенки инквизиции, ни угрозы отлучения от церкви не могли заставить передовых людей отказаться от учения Коперника. Наука о вселенной неудержимо двигалась вперёд. Астрономические открытия следовали одно за другим.

Знаменитый немецкий астроном и математик Иоганн Кеплер.

Законы движения планет были открыты великим астрономом и математиком Иоганном Кеплером (1571—1630 гг.).

Кеплер родился в г. Вейле, в Германии. Ещё со студенческой скамьи он стал последователем учения Коперника. Жизнь учёного была полна тяжёлых лишений. За свои взгляды он неоднократно подвергался гонениям церкви, ведя с семьёй полуголодное нищенское существование.

В 1600 году Кеплер переселился в Прагу, где работал с замечательным астрономом-наблюдателем Тихо Браге, создателем превосходной обсерватории в Дании.

Кеплеру недолго пришлось работать с Тихо Браге: в конце 1601 года Браге умер. После его смерти Кеплер получил в своё распоряжение все записи астрономических наблюдений Браге, в том числе и результаты многолетних наблюдений Марса. Тщательное исследование записей Браге привело Кеплера к мысли, что Марс не может двигаться вокруг Солнца по круговой орбите: в этом случае получались слишком большие расхождения между теоретическими вычислениями положения планеты и действительно наблюдаемыми по записям Тихо Браге. Чтобы

найти действительную форму орбиты Марса, Кеплеру пришлось проделать огромную работу. Эта работа привела Кеплера к открытию законов движения планет.

Кеплер установил, что орбита Марса имеет форму эллипса. Солнце при этом располагается не в центре эллипса, а в одном из его фокусов — точке, лежащей на большой оси эллипса (рис. 3). Таким образом, планета, обращаясь вокруг Солнца, то приближается к нему, то несколько удаляется.

Проводя дальнейшие исследования движения Марса, учёный установил, что планета имеет различную скорость на разных участках своего пути. Вблизи Солнца, например, она движется быстрее.

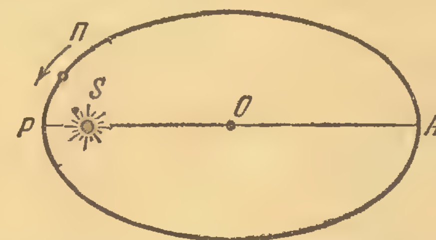


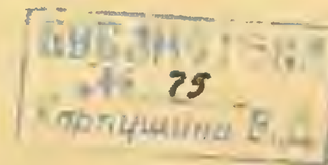
Рис. 3. Солнце находится в фокусе эллиптической орбиты планеты *П*; *PA* — большая ось эллипса; *O* — центр эллипса.

Оба вывода, полученные в результате изучения движения Марса, были в дальнейшем распространены учёным на все планеты и получили название законов Кеплера. Этими двумя законами устанавливалась форма планетных орбит и зависимость скорости планет от их положения на орбите.

Со времени Коперника было известно, что более далёкие планеты обладают бо́льшим периодом обращения вокруг Солнца. Это натолкнуло Кеплера на мысль, что здесь существует определённая закономерность. Вскоре она была установлена, и появился третий закон Кеплера, который определяет зависимость между расстояниями планет от Солнца и периодами их обращения вокруг него.

Заслуга Кеплера перед астрономией чрезвычайно велика. Открыв законы движения планет, он внёс полную ясность в систему мира Коперника.

Однако, какова же физическая причина движения планет? Почему эти небесные тела движутся вокруг



Солнца по строго определённым путям, а не улетают от него прочь? Ответить на этот вопрос, который был наиболее серьёзным возражением церкви против движения Земли, Кеплер пытался. При этом он правильно полагал, что сила, движущая планеты, исходит от Солнца, но установить величину и характер действия этой силы учёный не смог.

Эту задачу решил великий английский учёный Ньютон (1642—1727 гг.) — основатель небесной механики, того раздела астрономии, в котором изучается движение планет под действием притяжения Солнца и взаимного тяготения.

Эпоха, в которую жил Ньютон, характеризовалась дальнейшим развитием капитализма. Рост промышленности и торговли требовал развития техники и механики.

Ещё в университете Ньютона привлекли вопросы, связанные с движениями планет. Здесь и началась его напряжённая научная работа, которая привела учёного к великим открытиям в механике, физике и астрономии.

Размышляя над причинами, вызывающими движение планет, Ньютон пришёл к мысли, что все тела испытывают силу притяжения или, как он называл, тяготения друг к другу. Тяготение тел, как установил Ньютон, является одним из основных, постоянно проявляющихся свойств материи. Эта сила тяготения и не позволяет планетам улетать прочь от Солнца, удерживая их на орбитах. Чем больше масса тел и чем они ближе друг к другу, тем с бо́льшей силой они притягиваются.

Ньютон установил закон, получивший название закона всемирного тяготения. По этому закону, ставшему одним из основных законов современного естествознания, сила притяжения двух тел прямо пропорциональна их массе (т. е. во сколько раз больше масса тела, во столько же раз больше и сила притяжения) и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними (это означает, что если расстояние между телами уменьшить вдвое, то они будут притягиваться друг к другу в 4 раза сильнее; если расстояние уменьшить в три раза, то притяжение станет в 9 раз больше).

Поскольку сила притяжения представляет собой взаимное действие тел друг на друга, то оба тела будут притягиваться друг к другу с одинаковой силой. Результат действия этой силы зависит от массы притягивающихся

тел: тело с бо́льшей массой будет двигаться медленнее другого, менее массивного тела.

На поверхности Земли главной силой притяжения является сила притяжения самой Земли, поскольку масса Земли несравненно больше массы любого тела, находящегося на её поверхности. Поэтому все тела на Земле под действием её притяжения падают по направлению к её центру.

Сила притяжения удерживает на своей орбите и спутника Земли Луну, заставляя её обращаться вокруг Земли.

Ньютон убедился в правильности своих выводов на примере движения Луны. Затем он применил закон тяготения к движению всех планет вокруг Солнца и к движению спутников Юпитера и Сатурна.

Сила взаимного притяжения действует между Солнцем и всеми планетами. Но масса Солнца больше массы всех планет в 750 раз. Поэтому массивное Солнце почти не смещается силой притяжения планет, в то время как лёгкие планеты под действием силы притяжения со стороны Солнца движутся вокруг него.

Таким образом, учёный подтвердил, что законы движения являются едиными как на Земле, так и вне её.

После работ Ньютона учение Коперника получило полную стройность и закономерность.

Убеждённым сторонником гелиоцентрической системы мира Коперника был великий русский учёный М. В. Ломоносов (1711—1765 гг.). Несмотря на противодействие церковных и светских властей, Ломоносов в ряде своих сочинений защищал и развивал учение Коперника. Он писал:

> «Астроном весь свой век в бесплодном был труде,
> Запутан циклами, пока восстал Коперник,
> Презритель зависти и варварству соперник.
> В средине всех планет он Солнце положил,
> Сугубое Земли движение открыл».

Учёный был твёрдо убеждён, что вселенная бесконечна и состоит из великого множества обитаемых миров:

> «Уста премудрых нам гласят:
> Там разных множество светов;
> Несчётны солнца там горят,
> Народы там и круг веков».

В 1761 году Ломоносов наблюдал сравнительно редкое явление (например, в течение всего XX века этого не

произойдёт): Венера, двигаясь вокруг Солнца, прошла точно между ним и Землёй. Когда маленький чёрный кружок Венеры пересёк солнечный диск и приблизился к его краю, вокруг Венеры появилась розоватая каёмка. Ломоносов правильно заключил, что это — атмосфера Венеры.

Своё открытие учёный выразил так: «Венера окружена знатною воздушною атмосферою, таковою (лишь бы не большею), какова обливается около нашего шара земного». Это открытие указывало на близкое сходство Земли и Венеры, что также подтверждало справедливость учения Коперника.

ОТ МЕХАНИКИ К ФИЗИКЕ НЕБА

После открытия Ньютоном закона всемирного тяготения перед астрономией встала задача — выяснить все особенности движения небесных тел, установить расстояния между Солнцем и планетами, определить размеры всей нашей планетной системы.

Наблюдения Венеры во время её прохождения по диску Солнца, а также наблюдения Марса в периоды его «противостояний» [1]) позволили в XVIII веке установить, что среднее расстояние от Земли до Солнца около 150 млн. километров. Ещё раньше определены были размеры и форма самой Земли. Оказалось, что Земля не имеет точной формы шара: она сплющена у полюсов под влиянием вращения вокруг своей оси.

Чтобы выяснить все особенности движения планет, нужно было знать не только форму Земли, с поверхности которой производятся наблюдения, но и уметь учитывать сложное движение самой Земли, сказывающееся на видимых положениях планет. Потребовалась длительная и сложная работа. Когда удалось установить особенности движения Земли, была создана теория движения планет.

Большую роль в развитии небесной механики сыграла Российская Академия наук. В конце XVIII столетия в Петербурге замечательный учёный математик Леонард Эйлер разработал теорию движения Луны, позволявшую вычислять с большой точностью положения Луны

[1]) Когда Марс располагается на небе в точке, противоположной Солнцу, и ближе всего подходит к Земле.

на небе, а это, в свою очередь, помогало устанавливать точное положение кораблей в море.

В это же время в Петербурге работал выдающийся астроном — академик Лексель. Он первый изучил движение новой планеты Уран, открытой в 1781 году английским астрономом Гершелем.

Лексель обнаружил странное явление: со временем действительное положение Урана на небе не стало совпадать с теоретически вычисленным. И хотя отклонения были невелики, всё же они превышали те, которые могли получиться в результате ошибок наблюдений и вычислений. Лексель высказал мысль, что за Ураном, ещё дальше от Солнца, находится новая планета, которая своим притяжением и вызывает отклонения Урана. И действительно, в 1846 г., независимо друг от друга, два астронома — Адамс и Леверрье — определили орбиту неизвестной планеты и указали место, где она должна находиться. В сентябре 1846 года — в первый же вечер наблюдений — на участке неба, указанном Леверрье, новая планета была найдена. Она получила название Нептун.

Открытие новой планеты было большой победой материалистической науки о вселенной, доказательством закона всемирного тяготения — одного из основных законов природы.

Виднейшее место в развитии небесной механики в конце XVIII и начале XIX столетий принадлежит французским астрономам Жозефу Лагранжу и Пьеру Лапласу.

Лаплас выдвинул интересную гипотезу (т. е. научное предположение) о происхождении солнечной системы. Первую подобную гипотезу высказал в 1754 году немецкий философ Иммануил Кант. Он считал, что Солнце и планеты могли произойти из хаотического скопления вещества, которое постепенно должно было уплотняться к центру, образуя сгущения — будущие планеты.

Гипотеза Лапласа (1796 г.) исходила из предположения, что существовала медленно вращающаяся газовая туманность, которая должна была постепенно сжиматься, вращаясь всё быстрее и быстрее. В определённый момент скорость вращения должна была стать настолько большой, что из области экватора сильно уплотнённой туманности под влиянием центробежной силы должны были отделяться кольца вещества. Лаплас предполагал, что из

вещества колец при дальнейшем сжатии туманности образовались большие планеты.

Эта гипотеза сыграла большую роль в естествознании. Учёный впервые с научных, материалистических позиций сделал попытку объяснить процесс развития солнечной системы, отбросив религиозные представления о происхождении мира.

Больших успехов добилась астрономия в XVIII и XIX веках в изучении звёздного мира. Было установлено, что звёзды не являются неподвижными небесными телами. Они в результате собственных движений медленно перемещаются на небе.

Как уже говорилось, ещё Коперник утверждал, что если Земля изменяет своё положение в пространстве в результате годичного обращения вокруг Солнца, то должны наблюдаться и годичные параллактические смещения звёзд. Однако астрономы в течение долгого времени не могли обнаружить этих смещений.

Успех был достигнут только после того, как появились новые, более мощные телескопы и более точные астрономические приборы. Выдающийся русский астроном В. Я. Струве (1793—1864 гг.) в России, Бессель в Германии и Гендерсон в Англии открыли параллактическое смещение звёзд.

В. Я. Струве в начале XIX столетия работал в Дерптской астрономической обсерватории (теперь обсерватория в городе Тарту Эстонской ССР).

В 1835—1837 гг. он производил тщательные наблюдения и измерения положения яркой звезды Веги, расположенной в созвездии Лиры. Он предположил, что Вега кажется ярче других звёзд потому, что находится ближе к Земле. Измеряя положения Веги, В. Я. Струве удалось найти её параллакс и тем самым расстояние до звезды. Это расстояние почти в два миллиона раз превышало расстояние от Земли до Солнца.

Успехи в изучении звёздного мира в XIX веке были лишь первыми шагами. Необходимо было определить характер распределения и движения звёзд, установить физические особенности звёзд, выяснить строение Млечного Пути и многое другое.

В России для изучения точных положений звёзд, под Петербургом, на Пулковском холме, была построена Главная астрономическая обсерватория, первым директором которой был В. Я. Струве. Обсерватория была открыта в 1839 году. По своему оборудованию она намного превосходила все другие астрономические обсерватории мира. Мощные инструменты позволяли вести массовые наблюдения звёзд.

В Пулковской обсерватории В. Я. Струве установил многие особенности нашей звёздной системы — Галактики. Он открыл, что в Галактике, помимо больших небесных тел — звёзд, очень много космической пыли и газа.

Замечательные результаты работ Пулковской обсерватории уже тогда создали ей славу «астрономической столицы мира».

Интересные исследования Галактики были проведены в Казанском университете. Здесь астроном М. А. Ковальский, изучавший общие особенности нашей звёздной системы, впервые высказал мысль о её вращении. В двадцатых годах нашего столетия выводы Ковальского получили полное подтверждение, вращение Галактики было установлено.

Дальнейшее развитие знаний о вселенной было связано с возникновением в середине XIX столетия новой науки — астрофизики. Открытие переменных звёзд, меняющих свой блеск, задачи изучения физических особенностей небесных тел потребовали создания новых специальных методов и приборов. Достижения физики в XIX веке привели к возникновению спектрального анализа.

Луч света, прошедший через трёхгранную стеклянную призму, разлагается на свои составные части, образуя так называемый спектр, вид которого зависит от состояния светящегося тела. Если светится раскалённое твёрдое тело или большая толща газа (в этом случае плотность газа значительна), то спектр имеет вид разноцветной полоски, в которой цвета непрерывно переходят друг в друга. Такой спектр называется непрерывным или сплошным спектром. Если же свет идёт от раскалённых газов и паров, находящихся под небольшим давлением, то спектр имеет вид отдельных ярких линий и называется линейчатым спектром. Каждый химический элемент, будучи в раскалённом парообразном состоянии, даёт строго определённый линейчатый спектр; по этому виду спектра можно судить о химическом составе источника света.

Исследования показали, что в спектрах Солнца и звёзд видны многочисленные тёмные линии. Причину появления этих линий в 1858 году впервые объяснил немецкий физик Кирхгоф. Он нашёл, что если свет от источника, дающего сплошной спектр, пропустить через слой холодного газа, то газ поглотит те лучи спектра, которые он сам излучает в раскалённом состоянии. Кирхгоф заключил отсюда, что тёмные линии спектра Солнца получаются из-за того, что газы солнечной атмосферы поглощают лучи, идущие из более глубоких и более раскалённых слоёв Солнца. То же самое происходит и в атмосферах звёзд. Это и позволяет определить, какие химические элементы находятся на Солнце и звёздах.

Спектральный анализ открыл новые, богатейшие возможности для исследования небесных тел. Он позволил по составу света, идущего от светил, выяснить не только химический состав Солнца и звёзд, но и физические условия на их поверхности, определить скорости движения, изучить особенности планет и комет.

Многие сложные небесные явления изучены лишь сравнительно недавно. В 20-х годах нашего столетия в результате дальнейшего развития физики возникла новая отрасль астрономии — теоретическая астрофизика. Она позволила изучать не только процессы, которые происходят на поверхности небесных тел, но и те, которые совершаются в их недрах.

Современные представления о вселенной являются результатом многовекового развития знаний. Достижения философии, астрономии, математики, физики, химии и других наук в XIX и XX веках открыли широкие возможности для научного познания мира.

Что же мы знаем о строении вселенной в настоящее время?

II. СОВРЕМЕННАЯ НАУКА О ВСЕЛЕННОЙ

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Что же представляет собой наша солнечная система? Центром солнечной системы является Солнце. Самая близкая к Солнцу из 9 больших планет солнечной системы — планета Меркурий. Она расположена от него в среднем на расстоянии 58 млн. *км*. Для сравнения напомним, что окружность Земли по экватору равна 40 тыс. *км*.

Учёные установили, что Меркурий не имеет ни воды, ни атмосферы. Он по объёму в 15 раз меньше Земли и обращён к Солнцу всегда одной стороной, температура на которой достигает 400°. На противоположной Солнцу стороне царят вечный мрак и холод.

На расстоянии примерно 108 млн. *км* от Солнца движется вокруг него другая планета — Венера, по своим размерам почти равная Земле. Она окружена плотной атмосферой и густым слоем облаков, поэтому поверхность её практически недоступна наблюдению. В атмосфере Венеры обнаружены большие количества углекислого газа. Тепла от Солнца планета получает в два с лишним раза больше, чем Земля. Как и Меркурий, Венера не имеет спутников.

Затем идёт наша Земля. Она обращается вокруг Солнца со скоростью 30 *км* в секунду, удалена от него на расстояние 149,5 млн. *км*. Если самый быстрый кругосветный перелёт на Земле был совершён в 5 суток, то до Солнца с такой же скоростью пришлось бы лететь почти 50 лет.

По данным советского учёного Ф. Н. Красовского, наибольший диаметр Земли равен 12 756 *км* 490 *м*, а наименьший 12 713 *км* 726 *м*.

Земной шар окружён атмосферой, высота которой превышает 1000 *км*. Атмосфера защищает Землю как от чрезмерного нагрева солнечными лучами, так и от холода космического пространства.

Земля имеет одного спутника — Луну.

Луна находится от Земли в среднем на расстоянии 385 тыс. *км* и обращена к ней всегда одной и той же стороной. Поперечник её составляет около 3500 *км*; это почти в 4 раза меньше диаметра Земли. Как день, так и ночь длятся на Луне более 350 земных часов. Луна, как и Земля, не самосветящееся тело, она освещается солнечным светом. Жизни на нашем спутнике нет, так как Луна лишена влаги и воздуха. О том, что на Луне нет или почти нет атмосферы, говорит тот факт, что мы видим исключительно ясно все образования на её поверхности — горные цепи, плоскогорья, долины и большое число кратеров, так называемых «лунных цирков» (рис. 4).

«Лунные цирки» — это углубления, окружённые высокими горами правильной кольцеобразной формы. Диаметр «цирков» различен: от 200 *км* до нескольких сотен метров. Многие учёные считают, что «лунные цирки» — это следы когда-то действовавших на Луне грандиозных вулканических процессов.

Иногда Солнце, Луна и Земля располагаются на одной прямой линии; тогда происходят солнечные или



Рис. 4. Фотография Луны. Видны «лунные цирки» — кратеры.

лунные затмения. Во время солнечных затмений создаются наиболее благоприятные условия для изучения верхних слоёв раскалённой атмосферы Солнца (рис. 5).

Ближайшее полное солнечное затмение, видимое на территории нашей страны, произойдёт 15 февраля 1961 года.

Планеты, находящиеся от Солнца дальше, чем Земля, называются внешними. Ближайшая внешняя планета, расположенная на расстоянии 228 млн. *км* от Солнца,— Марс. Это одна из самых интересных планет. Он обра-

щается вокруг своей оси лишь немного медленнее Земли. На Марсе есть атмосфера, но менее плотная, чем на Земле. Это открытие было сделано впервые Г. А. Тиховым в Пулково. В ней обнаружено присутствие водяных паров и кислорода. Иногда над поверхностью планеты видны и слабые облака.

Около полюсов Марса астрономы наблюдают белые пятна — так называемые «полярные шапки», очень похожие на полярные снеговые и ледяные покровы на

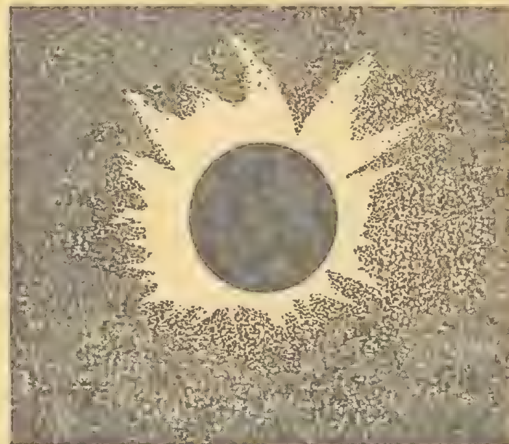


Рис. 5. Солнечная корона — лучистое сияние, окружающее Солнце во время затмения.

Земле. С наступлением лета в соответствующем полушарии Марса эти пятна, так же как и на Земле, уменьшаются, тают, а иногда и совсем пропадают. Воды на планете немного, там нет, повидимому, больших водоёмов. Вокруг Марса обращаются два маленьких спутника. Поверхность Марса ровная и, вероятно, покрыта мелкой пылью; гор, подобных земным, на планете нет.

В последнее время важные исследования Марса были проведены профессором Н. П. Барабашевым на обсерватории Харьковского государственного университета и профессором Г. А. Тиховым на обсерватории Академии наук Казахской ССР в г. Алма-Ате.

Марс получает от Солнца в два с лишним раза меньше тепла, чем Земля, причём сильно разреженная атмосфера

планеты плохо его сохраняет. Г. А. Тихов, изучающий поверхность Марса уже около 50 лет, считает, что на планете существует растительная жизнь. Растительность на Марсе, из-за иной способности поглощения и отражения света, имеет синеватый цвет. Она низкоросла и стелется по поверхности, как некоторые наши травы, кустарники, мхи и лишайники.

В пространстве между орбитами Марса и следующей за ним планеты Юпитера (а также в других частях солнечной системы) движется огромное количество мелких планеток. Их в астрономии называют малыми планетами или астероидами. В настоящее время открыто уже свыше 1600 астероидов. Диаметр открытых астероидов составляет от 800 *км* до нескольких сотен метров. Несомненно, имеется множество астероидов ещё меньших размеров. Можно предполагать, что большинство астероидов имеет неправильную, обломочную форму.

Юпитер отстоит от Солнца на расстоянии свыше 750 млн. *км*. Это самая большая планета нашей солнечной системы. Она имеет 12 известных сейчас спутников. Диаметр Юпитера в 11 раз больше земного. На диске планеты хорошо заметны тёмные полосы и пятна. Атмосфера Юпитера состоит в основном из аммиака и метана. Один оборот вокруг своей оси он делает приблизительно за 10 часов.

Средняя плотность Юпитера всего в полтора раза больше плотности воды. Советские астрономы В. Г. Фесенков, А. Г. Масевич и Н. А. Козырев, изучая внутреннее строение Юпитера, приходят к заключению, что он на 60—80% должен состоять из водорода. Внутри планеты должна сохраняться высокая температура в сто тысяч или более градусов.

Почти вдвое дальше от Солнца, чем Юпитер, расположен другой гигант солнечной системы — Сатурн. Он в 750 раз превышает по объёму Землю. Плотность его в полтора раза меньше плотности воды. Сатурн, как и Юпитер, всегда окутан сплошным покровом облаков. Время его оборота вокруг оси приблизительно 10 часов 15 минут.

Замечательной особенностью Сатурна является его кольцо, которое опоясывает планету по экватору. Знаменитый русский математик С. В. Ковалевская ещё в XIX веке теоретически установила, что кольцо Сатурна

состоит из отдельных частиц. Это предположение было подтверждено наблюдениями. Спектральный анализ света, отражаемого кольцом Сатурна, показал, что различные части кольца движутся с разной угловой скоростью, а это возможно лишь в том случае, если кольцо не является сплошным твёрдым телом, а состоит из отдельных камней; каждый камень обращается вокруг Сатурна как самостоятельный спутник.

Планеты Уран и Нептун очень похожи друг на друга по размерам, массе и плотности. Объём их приблизительно в 60 раз больше земного. На обеих планетах очень холодно. Так, температура Урана составляет около 160° ниже нуля. Время обращения Урана вокруг оси — 10 час. 40 мин., Нептуна — 15 час. От Солнца эти планеты находятся на колоссальных расстояниях: Уран в 2800 млн. *км*, Нептун в 4500 млн. *км*.

Самой удалённой от Солнца планетой является Плутон. Он расположен почти в 6000 млн. *км* от Солнца. Эта планета была открыта в 1930 году и ещё мало изучена. Известно лишь, что масса Плутона меньше или равна массе Земли. На Плутоне вследствие его удалённости от Солнца царит страшный холод — температура там около 230° ниже нуля.

Кроме девяти больших и множества малых планет, действительное число которых, по некоторым предположениям, не менее 40 000, в состав солнечной системы входят кометы: их известно сейчас более 2000.

Яркие кометы издавна производили огромное впечатление на людей. Упоминание о них встречается в древних летописях разных народов.

В китайских летописях, например, отмечается, что перед рождением императора Та-Ю мать его видела странствующее светило замечательного вида. Греческий историк Диодор Сицилийский пишет о комете 344 года до н. э.: «Перед походом Тимолеона из Коринфа против Сицилии появилось доброе предзнаменование его успехов и будущего величия. Горящий факел появился на небе и целыми ночами стоял перед флотом в направлении Сицилии». Есть упоминание о кометах и в русских летописях. Так, например, о комете 1066 года в летописи сказано: «В си же времена бысть знамение на западе звезда превелика, лучи имущи аки кровавы, восходящи с вечера по заходе солнечном и пребысть за 7 дней; се же проявле-

ние не на добро, по сем бо бяше усобица много и нашествие поганых на русскую землю, се бо звезда бе аки кровавы, проявляющи кровопролитие».

Изучать кометы начали позже других небесных тел; для этого нужны были особые методы и инструменты.

Ньютон впервые вычислил орбиту одной из комет; оказалось, что эта орбита значительно более вытянута, чем планетные.

В начале XVIII века английский астроном Галлей сделал важное открытие. Он установил, что яркие кометы, наблюдавшиеся в 1531, 1607 и 1682 годах, двигались вокруг Солнца по одной и той же орбите. Отсюда он заключил, что в эти годы наблюдались не различные кометы, а одна и та же комета, которая периодически возвращается к Солнцу. Галлей предсказал её следующее появление на 1759 год, что блестяще подтвердилось. Эта комета, названная кометой Галлея, наблюдалась также в 1835 и 1910 годах и вновь появится около 1985 года.

Установлено, что туманная оболочка головы и хвост кометы (см. рис. 6) состоят из чрезвычайно разреженных газов (главным образом циана и окиси углерода) и мельчайших пылинок. Хотя хвосты комет иногда имеют длину в десятки и сотни миллионов километров, масса их в миллионы раз меньше масс планет.

Основной частью кометы является её ядро, состоящее из твёрдых глыб диаметром от десятков до сотен метров, а также газов, находящихся в твёрдом состоянии и покрывающих поверхность камней.

Когда комета приближается к Солнцу, из её ядра с большими скоростями вырываются молекулы газа и мельчайшая пыль, которые создают туманную оболочку головы кометы.

Под влиянием солнечного света газы начинают светиться; пыль освещается солнечными лучами. Чем ближе к Солнцу, тем сильнее действуют на комету его лучи. Силой светового давления они отталкивают частицы газа и пыли. Молекулы газа и пылинки подвергаются действию быстро движущихся частиц-корпускул, идущих от Солнца. Поток этих пылевых и газовых частиц, устремившихся от Солнца, и составляет хвост кометы.

Кроме комет с периодами обращения в сотни, тысячи и десятки тысяч лет, существуют и «короткопериодические» кометы.

Сейчас известно более 60 комет, имеющих малый период обращения по своей орбите — от 3 до 100 лет. Время, в которое они хорошо видны с Земли, астрономы могут точно вычислить.

Кометы, особенно короткопериодические, живут сравнительно недолго — в некоторых случаях лишь десятки



Рис. 6. Комета.

или сотни лет. Распадаясь, они образуют потоки метеорных тел. Если Земля при своём движении попадает в такой поток, то мы бываем свидетелями красивого зрелища — «звёздного дождя».

«Звёздные дожди» наблюдают сравнительно редко. В те дни, когда Земля проходит через потоки метеорных тел, движущихся в пространстве, тысячи метеоров проносятся по небу. Звёздный дождь иногда длится несколько часов. Так происходило, например, в ночь на 13 ноября 1833 года, 14 ноября 1866 года, 27 ноября 1872 года. Звёздный дождь наблюдался в Европе и в наше время — 9 октября 1933 года и в октябре 1946 года.

Учёные установили, что пути многих потоков метеоров совпадают с путями известных комет. Это доказывает, что метеорные потоки образуются из распавшихся комет.

Что же происходит при столкновении космической пылинки или камня с атмосферой Земли? Каждая такая пылинка, каждый космический камень, подчиняясь действию притяжения Солнца, обращается вокруг него. Пути этих частичек чрезвычайно разнообразны, скорости их движения очень велики. Влетая в атмосферу Земли, космическая частичка проносится сначала сотни километров в её разреженных частях, а затем примерно в 100—200 *км* от поверхности Земли достигает более плотных слоёв. Сопротивление воздуха быстро возрастает, начинается торможение частицы. Энергия движения переходит в тепло. Сильно сжатый частицей воздух нагревается и раскаляется до температуры в несколько тысяч градусов. В этот момент мы видим с Земли ослепительный метеор. Сама частица полностью распыляется.

Ещё более интересное зрелище представляет собой болид — большое метеорное тело. Окружённый ослепительным сиянием, разбрасывая огненные искры, иногда с грохотом и свистом, он мчится к земле и, если не успевает полностью распылиться в воздухе, падает на её поверхность.

Упавшие на землю космические камни называются метеоритами. Они представляют для науки громадный интерес: их изучение помогает установить химический состав небесных тел солнечной системы.

Наиболее значительные результаты в изучении метеоритов получены в последнее время, после того как под руководством академика В. Г. Фесенкова был исследован большой метеорит, упавший 12 февраля 1947 года на Дальнем Востоке в районе Сихотэ-Алинского хребта. В настоящее время здесь уже найдено около 37 тонн метеоритного вещества. До распыления в воздухе метеорит имел массу не менее 500—1000 тонн.

Солнечная система изучена в настоящее время довольно подробно. Однако многое ещё остаётся выяснить. Что представляет собой поверхность Венеры, скрытая от нас облаками? Существует ли жизнь на других планетах, помимо Марса и Земли? Что находится под мощным облачным покровом Юпитера и Сатурна? Каково

происхождение комет, многие из которых очень молоды? Над этими и другими вопросами сейчас работают учёные.

Тщательное изучение явлений позволяет выяснять не только настоящее, но и прошлое небесных тел солнечной системы. Например, становится всё более ясным, что кометы — это продукты мощных выбросов, типа вулканических извержений, происходивших и происходящих на поверхности некоторых планет и их спутников. Повидимому, такова же природа кольца Сатурна.

БЛИЖАЙШАЯ ЗВЕЗДА — СОЛНЦЕ

Почти все процессы, происходящие на Земле,— физические, химические и биологические — связаны с энергией, которую даёт Земле Солнце.

Без солнечных лучей не могут существовать растения. Сжигая каменный уголь — окаменелые древние растения,— мы освобождаем накопленную солнечную энергию и заставляем её служить человеку. Используя силу воды и ветра, мы опять-таки пользуемся энергией солнечного излучения. Круговорот воды и воздуха на нашей планете происходит под влиянием солнечного тепла. Без Солнца была бы невозможна жизнь на Земле.

Что же представляет собой Солнце?

Солнце — это раскалённый газовый шар диаметром около 1 391 000 *км*. Оно является одной из многих миллиардов звёзд, входящих в грандиозное звёздное скопление — Галактику. Его объём в 1 306 000 раз превышает объём Земли. Масса вещества, образующего Солнце, более чем в 330 000 раз больше массы Земли и в 750 раз больше общей массы всех планет солнечной системы.

Температура на поверхности Солнца достигает 6000°, а в его недрах температура исчисляется десятками миллионов градусов. Количество света и тепла, идущего от Солнца, колоссально. За секунду Солнце излучает энергию, равную 0,3 миллиарда триллионов киловатт. Земля получает лишь одну двухмиллиардную часть этой энергии, но и это число велико — 150 000 миллиардов киловатт. Только одна тысячная доля от этого количества энергии используется для жизни растений, животных и нужд человека. Остальная часть уходит неиспользованной обратно в межпланетное пространство. Нужны были бы сотни

миллионов таких электростанций, как Днепрогэс, чтобы общее количество вырабатываемой ими энергии равнялось тому, что Земля получает от Солнца.

Откуда же Солнце, которое, почти не изменяясь, существует уже много миллиардов лет, получает столь огромную энергию? Оказывается, что при температурах и давлениях, существующих внутри Солнца, происходят непрерывные превращения вещества: из более лёгких химических элементов образуются более тяжёлые. Эти реакции сопровождаются освобождением энергии, скрытой в ядрах атомов [1]). Запасы атомной энергии Солнца столь грандиозны, что они поддерживали и будут поддерживать его излучение на протяжении ещё многих миллиардов лет.

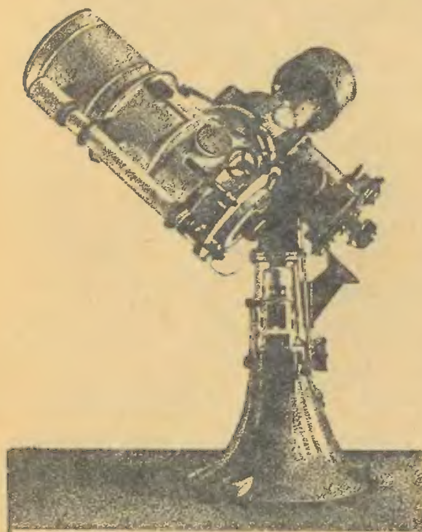


Рис. 7. Современный телескоп системы Д. Д. Максутова.

Солнце состоит из раскалённых газов или паров тех же химических элементов, из которых образованы как Земля, так и все другие космические тела. Этот важный вывод, подтверждающий учение о единстве материи во вселенной, был получен с помощью спектрального анализа.

Современная астрономическая наука вооружена замечательными методами и приборами, которые позволяют с большой точностью изучать процессы, происходящие на Солнце. Установлено, что вещество на нём находится в постоянном движении. На поверхности Солнца наблюдаются тёмные пятна. Это гигантские вихри, захватывающие огромные области, часто во много раз превосходящие размеры Земли. Пятна существуют несколько дней и даже недель, постепенно изменяясь.

[1]) Об атомах и атомной (ядерной) энергии см. книжку: В. А. Лешковцев, Атомная энергия, «Научно-популярная библиотека» Гостехиздата.

Процессы, происходящие на Солнце, сопровождаются электрическими и магнитными явлениями.

Активные процессы происходят не только на видимой нам поверхности Солнца — его фотосфере. Они происходят и в его оболочке, состоящей из более разреженного раскалённого газа. В период усиления солнечной деятельности потоки частиц с огромными скоростями вылетают из активных областей Солнца. Если Земля попадает в этот поток, то магнитное и электрическое состояния земной атмосферы резко меняются. При этом обычно нарушается нормальная работа радио.

Процессы, происходящие на Солнце, в сильной степени влияют и на метеорологические явления, происходящие на Земле. Поэтому в настоящее время ведётся непрерывное наблюдение за Солнцем. На наших обсерваториях существует специальная служба Солнца. Астрономы тщательно следят за всеми изменениями, происходящими на солнечной поверхности. На основе наблюдений составляются характеристики активности Солнца, которые используются для решения важных народнохозяйственных задач [1]).

В МИРЕ ЗВЁЗД

Как мы видели, звёздное небо учёные наблюдали уже давно. Однако раскрыть природу звёзд удалось сравнительно недавно. Колоссальные расстояния звёзд от Земли не позволяли долгое время изучать их особенности. Только примерно со второй половины XIX столетия астрономы начали собирать сведения о звёздах, их расстояниях и характере движения в космическом пространстве. Постепенно выяснилось, что звёзды значительно отличаются друг от друга по действительной яркости или так называемой светимости. Солнце, например, отнесённое мысленно на расстояние звезды Веги, было бы по яркости в 35 раз слабее её. Замечено было различие и в цвете звёзд.

С открытием спектрального анализа наука о звёздах пополнилась важнейшими сведениями. Тщательное

[1]) Подробнее о Солнце см. книжку в серии «Научно-просветительная библиотека» Гостехиздата, Г. А. Аристов, Солнце.

изучение спектров звёзд показало значительное различие в температурах, существующих на поверхности звёзд — от 2000 до 30 000 и более градусов; отдельные звёзды имеют температуру, доходящую до 100 000 и даже до 500 000 градусов. Были определены и размеры звёзд; при этом Солнце по сравнению с другими звёздами оказалось звездой средней величины.

Кроме множества отдельных звёзд, учёные открыли большое число двойных, а также тройных и кратных звёзд. Эти звёзды, отличаясь каждая своими размерами и другими особенностями, образуют вместе физически связанную систему тел. Например, яркая звезда из созвездия Близнецов — Кастор — состоит из трёх составных частей, каждая из которых в свою очередь является двойной звездой.

Многие звёзды оказались переменными по своей яркости: их светимость периодически меняется.

Встречаются также звёзды, находящиеся в неустойчивом состоянии. С их поверхности в космическое пространство улетают большие количества вещества, из которого состоит звезда. Иногда этот процесс сопровождается мощными вспышками, приводящими к появлению так называемых «новых» звёзд [1]).

Все эти многочисленные и разнообразные звёзды, звёздные скопления, а также массы рассеянной материи входят в нашу гигантскую звёздную систему Галактику, которая насчитывает примерно около ста пятидесяти миллиардов звёзд.

По форме Галактика напоминает сплюснутую дискообразную фигуру (рис. 8), диаметр её около 85 000 световых лет [2]).

Звёзды, образующие Галактику, обращаются вокруг её ядра, представляющего собою скопление миллионов звёзд. Чем ближе звёзды Галактики находятся к её ядру, тем быстрее они обращаются вокруг него, но периоды обращений звёзд измеряются десятками и сотнями миллионов лет. Солнце находится от центра Галактики на расстоянии почти в 23 000 световых лет и делает полный оборот вокруг ядра примерно за 180 миллионов лет.

[1]) Подробнее о мире звёзд см. брошюру «Научно-популярной библиотеки» Гостехиздата: проф. К. Ф. Огородников, Сколько звёзд на небе.

[2]) Световой год — расстояние, которое световые лучи проходят за год. Он равен 9,5 тысячам миллиардов *км*. Это расстояние в 63 тысячи раз больше расстояния от Земли до Солнца.

Но Галактикой, хотя она и колоссальна, не ограничивается вселенная.

Мощные современные телескопы позволили учёным открыть многочисленные туманности, имеющие самые различные размеры и формы.

Фотографирование неба дало возможность установить в основном три группы туманностей. В первую группу входят бесформенные туманности, являющиеся огромными облаками разреженного газа и пыли. Мы их видим благодаря тому, что они освещаются находящимися вблизи них горячими звёздами или, наоборот, загораживают свет звёзд, расположенных за ними. Эти туманности в большом количестве находятся в нашей звёздной системе и видны на небе преимущественно в области Млечного Пути.



Рис. 8. Схема строения нашей звёздной системы — Галактики.

Вторую группу составляет небольшое число так называемых планетарных туманностей, которые также входят в нашу Галактику. Они имеют вид круглых или кольце-

образных туманных пятнышек, в центре которых обязательно находится яркая и очень горячая звезда. Это — газовые туманности; в сравнительно слабые телескопы они представляются в форме круглых дисков, напоминающих диски планет, отчего они и получили своё название.

К третьей группе относятся так называемые внегалактические туманности. Их чрезвычайно много. Они различаются по яркости и размерам. Наиболее яркой из них является туманность в созвездии Андромеды, которую можно увидеть даже невооружённым глазом (рис. 9). Внегалактические туманности состоят из сотен миллиардов звёзд. Они являются такими же грандиозными звёздными системами, как и наша звёздная система Галактика, и находятся далеко за её пределами. Туманность Андромеды, например, удалена от нас на расстояние около 1,5 млн. световых лет; по размерам она сравнима с нашей Галактикой.



Рис. 9. Туманность в созвездии Андромеды.

Удалось измерить расстояния и до более удалённых внегалактических туманностей, которые теперь называют галактиками. Эти расстояния исчисляются миллионами и сотнями миллионов световых лет.

Изучая вселенную, астрономы нигде не находят её конца. Вселенная беспредельна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение вселенной показывает, что природа находится в вечном развитии. В мире нет ничего неизменного. Живут, развиваются все небесные тела — Земля, Солнце, звёзды.

Об этом убедительно говорят многие факты, наблюдаемые учёными. Так, например, в последнее время советским астрономом академиком В. А. Амбарцумяном открыты группы «молодых» горячих звёзд. Учёный показал, что эти группы, названные им «звёздными ассоциациями», нельзя считать случайными образованиями. Обладая скоростями в разных направлениях, звёзды ассоциации должны были бы быстро отойти друг от друга на огромные расстояния, и через сотни тысяч или миллионы лет этих ассоциаций уже не существовало бы. Однако мы и сейчас наблюдаем ассоциации звёзд. Следовательно, они возникли недавно и должны состоять из звёзд с возрастом в сотни тысяч, самое большее в миллионы лет. В. А. Амбарцумян сделал отсюда важный вывод: звёзды образуются и в настоящее время, возникая группами из материи, рассеянной в космическом пространстве.

Работы многих советских и зарубежных учёных приводят к выводу, что в мире звёзд происходит вечный круговорот вещества — возникают одни небесные тела и системы тел, разрушаются, отживают свой век другие тела вселенной. Но вся необъятная безграничная вселенная существует вечно.



СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3

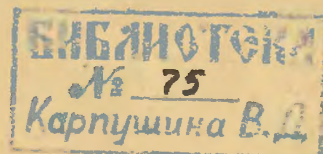
I. Как познавалась вселенная 3

Первые представления о мире 3
Как объясняли строение вселенной древние греки . . . 7
Что думали о небе в первые века нашей эры 10
Астрономия у арабов и в Средней Азии 12
Астрономия в Европе в средние века 14
Создание новой, научной системы мира 18
От механики к физике неба 28

II. Современная наука о вселенной 32

Солнечная система 32
Ближайшая звезда — Солнце 41
В мире звёзд 43

Заключение 47


БИБЛИОТЕКА
№ 75
Карпушина В.Д.